Transports Canada
Développement

Transport Canada
Development

TP 5988F

Système d'information sur les glaces flottantes Étude de faisabilité (REMSCAN)

Rapport sommaire

Préparé pour le
Centre de développement
des transports

Transports Canada

JANVIER 1985

Canada

CA1
DTC 847
84
R22SZ
c.2

TP 5988F

SYSTÈME D'INFORMATION SUR LES GLACES FLOTTANTES
Étude de faisabilité
(REMSCAN)

RAPPORT SOMMAIRE

Préparé pour

le Centre de développement des transports
Transports Canada

par

Dr. D.W. Green et collaborateurs

Canadian Marine Drilling Limited

Library and Information Centre
Centre de Documentation (GSI)
RECEIVED – REÇU LE
SEP 16 1985
Government Publication Officielle
Transport Canada / Transports Canada

Janvier 1985

Le contenu du présent rapport ne reflète que les opinions de l'auteur et ne saurait en aucun cas engager les politiques et positions officielles du Centre de développement des transports, Transports Canada.

Also available in English under the title "REMSCAN Feasibility Study", TP 5988E.

ÉQUIPE DE RECHERCHE

L'équipe mise sur pied par la Canadian Marine Drilling Limited était composée de:

Dr. D.W. Green, chef de projet
R.S. Routledge
S. O'Connell
A.C. Churcher
M. Doucette
J. Hughes
S. Hicks
Dr. J.B. Mercer

À ce groupe a été adjointe une équipe de soutien formée des personnes suivantes:

M.C. Hill
M. McHenry
J. Ciring
W. Prucklmeier
J. Armstrong
G. Stead

À titre de sous-traitants:

The McElhanney Group Ltd.
Intera Technologies Ltd.

REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier les organismes et les milieux industriels pour leur précieuse collaboration durant les interviews qu'ils leur ont accordées, et notamment les personnes suivantes:

C. Stephenson, T. Stephen, le capitaine A. Gallant, W.B. Wilson, B. Tepper, et I. Marr de la Garde côtière canadienne.

N. Anderson, Service hydrographique du Canada
K. Meikle et M. Fingas, Service de la protection de l'environnement
A. Beaton, Service de l'environnement atmosphérique
E. Shaw et E. Langham, Radarsat Project Office
M. Luce, Canarctic Shipping
J. Miller, Petro-Canada
M. Van Ieperen et J. Greenslade, Panarctic Oils
B. Wright et Dr. R. Pilkington, Gulf Canada Resources
R. Dick et E. Thompson, Melville Shipping

Nous remercions plus particulièrement Maurice Audette du Centre de développement des transports qui a coordonné les interviews à la Garde côtière canadienne, et dont la collaboration nous a été précieuse.

FORMULE DE DOCUMENTATION POUR RAPPORT

1. N° du rapport Transports Canada	2. N° de l'étude — CDT	3. N° de catalogue du destinataire
TP 5988F	4954	

4. Titre et sous-titre	5. Date du rapport
Système d'information sur les glaces flottantes Étude de faisabilité (RESCAM)	Janvier 1985
	6. N° du rapport de l'organisme exécutant
7. Auteur(s)	8. N° de dossier Transports Canada
Dr. D.W. Green et al.	D 1460-197
9. Nom et adresse de l'organisme exécutant	10. N° de dossier — ASC
Canadian Marine Drilling Limited Boîte postale 200 Calgary, Alberta T2P 2H8	48SZ T8200-2-2596
	11. N° de contrat — ASC ou Transports Canada
	OSZ83-00017
12. Nom et adresse de l'organisme parrain	13. Genre de rapport et période visée
Centre de développement des transports Complexe Guy-Favreau, 200 o., boul. Dorchester Suite 601, tour ouest Montréal, Québec H2Z 1X4	Sommaire
	14. Code de l'organisme parrain
	4954
15. Remarques additionnelles	16. Agent de projet — CDT
Sommaire de TP 5917E, "REMSCAN Feasibility Study", 1984.	M. Audette

17. Résumé Ce rapport rend compte d'une étude de faisabilité concernant un système d'information sur les glaces flottantes, capable de fournir une information immédiatement utile aux navires et aux plates-formes de forage se trouvant dans les eaux canadiennes ou tout près. Ce système fait appel à un service de reconnaissance aérienne des glaces utilisant des radars dont les images sont transmises directement aux postes récepteurs équipés pour les recevoir. Un concept fondamental du système envisagé est la possibilité d'effectuer sur les lieux mêmes un traitement préliminaire et une première interprétation de l'information recueillie, à la lumière notamment des observations directes faites sur place. Cette information serait transmise par liaisons hertziennes sur bandes de fréquences étroites à un centre de coordination où l'ensemble de l'information reçue de plusieurs sources serait traité, constitué en base de données et restitué sous forme de carte synoptique montrant les conditions de glace, actuelles et prévues. Enfin, des blocs d'information correspondant aux besoins particuliers des utilisateurs leur seraient transmis sous forme de messages radio, de télécopie ou d'infographie, au choix. Les avantages escomptés d'un tel système sont l'instantanéité de l'information qu'il fournit, son action synergique, sa souplesse d'emploi, sa compatibilité et son économie. Le rapport fait état aussi de la mise au point d'un simulateur de navigation dans les glaces, utilisé pour montrer l'utilité pratique de l'information véhiculée par le système.

18. Mots-clés	19. Diffusion
Détection de glaces flottantes, détection, communication et navigation dans les glaces.	Le CDT dispose d'un nombre limité d'exemplaires.

20. Classification de sécurité (de ce rapport)	21. Classification de sécurité (de cette page)	22. Nombre de pages	23. Prix
non classifié	non classifiée	26	-

REPORT DOCUMENTATION FORM

1. Transport Canada Report No.	2. TDC Project No.	3. Recipient's Catalogue No
TP 5988F	4954	

4. Title and Subtitle	5. Report Date
Système d'information sur les glaces flottantes Étude de faisabilité (RESCAM)	January 1985
	6. Performing Organization Report No

7. Author(s)	8. Transport Canada File No
Dr. D.W. Green et al.	D 1460-197

9. Performing Organization Name and Address	10. DSS File No.
Canadian Marine Drilling Limited Box 200 Calgary, Alberta T2P 2H8	48SZ T8200-2-2596
	11. DSS or Transport Canada Contract No 0SZ83-00017

12. Sponsoring Agency Name and Address	13. Type of Report and Period Covered
Transportation Development Centre Guy Favreau Complex, 200 Dorchester Blvd. W. Suite 601, West Tower Montreal, Quebec H2Z 1X4	Sommaire
	14. Sponsoring Agency Code 4954

15. Supplementary Notes	16. TDC Project Officer
Summary of TP 5917E, "REMSCAN Feasibility Study", 1984.	M. Audette

17. Abstract

This report documents a feasibility study for a system providing timely sea ice information for operational support to users in Canadian and contiquous waters. The primary information source is airborne radar imagery, downlinked to sites equipped to receive it. A key concept is pre-processing and pre-interpretation of the imagery in the field (using locally available, complementary data) to permit significant information from many sites to be transmitted on low band-width channels to a central facility. There, all available information would be processed to form a comprehensive map data base of ice conditions, current and forecast. Packages of information selected for particular users would then be transmitted by radio message, facsimile, or special colour graphic modes, depending on the users' preferences. The advantages of the system include timeliness, synergism, flexibility, compatibility, and cost effectiveness. The study also included the development of a vessel transit simulator, which was used to demonstrate the strategic utility of ice informttion.

18. Key Words	19. Distribution Statement
Ice hazard detection, REMSCAN, remote sensing, communications and navigation.	Limited number of copies available from TDC.

20. Security Classification (of this report)	21. Security Classification (of this page)	22. No. of Pages	23. Price
Unclassified	Unclassified	26	-

TDC/CDT 79-005

PRÉFACE

Cette étude a été lancée à la demande du Centre de développement des transports, Transports Canada, pour vérifier la faisabilité d'un système intégré d'information sur les glaces flottantes, utile pour la protection de la navigation et des installations marines contre les glaces de l'Arctique. Il s'agit d'un système appelé REMSCAN intégrant des procédés de télédétection, de télécommunications et de radionavigation avancés.

La justification économique d'un projet tel que celui-ci réside dans le potentiel d'une mise en valeur à grande échelle des ressources naturelles de la mer de Beaufort, des îles de l'archipel arctique et du littoral Est, et aussi dans l'intensification correspondante de la navigation maritime dans ces régions.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 1

2. CONCLUSIONS 2

3. DÉFINITION DES BESOINS 4
   3.1 Simulateur de navigation 5

4. CONCEPTUALISATION DU SYSTÈME 6
   4.1 Définition 6
   4.2 Portée de la recherche 6
   4.3 Fonctions de base 7

5. DÉMARCHE D'ÉTUDE 9

6. CONCEPT DE BASE 11
   6.1 Sous-système de télédétection 11
   6.2 Sous-système de radionavigation 12
   6.3 Sous-système de télécommunications 12
   6.4 Sous-système de commande et de traitement de l'information 13
   6.5 Organisation et gestion 14
      6.5.1 Gestion financière 15

7. RAPPEL DES COÛTS ESTIMÉS 16
   7.1 Dépenses d'investissement 16
   7.2 Coûts d'exploitation et d'entretien 16
   7.3 Coût de développement 16
   7.4 Coût de réalisation 16

1. INTRODUCTION

La sécurité et la rentabilité des opérations de toutes sortes au large des côtes sont largement tributaires des informations disponibles sur les caractéristiques, l'emplacement et l'évolution probable des glaces flottantes. À l'heure actuelle, chacune des entreprises directement intéressées consacre des efforts considérables à l'obtention de ces données vitales.

Sans prétendre suggérer une solution magique aux problèmes épineux liés aux glaces flottantes et aux coûteuses opérations de surveillance, les promoteurs du système REMSCAN proposent une démarche coordonnée et pluraliste visant à la réalisation d'un système ordonné pour l'acquisition, le traitement et la diffusion de toute l'information qu'il est possible de recueillir sur les glaces flottantes. Le but visé est d'obtenir à un coût acceptable une information globale et intégrée ayant, dans le temps et l'espace, une portée inaccessible à toute initiative individuelle ou isolée.

2. CONCLUSIONS

Le principal objectif de cette recherche consistait à vérifier la faisabilité d'un système mettant en oeuvre une démarche coordonnée et pluraliste pour l'acquisition, le traitement et la diffusion de l'information sur les glaces flottantes, celle-ci étant reconnue comme utile, voire nécessaire, à la conduite d'opérations sûres et rentables au large des côtes, y compris la lutte contre les déversements accidentels de pétrole.

L'objectif secondaire était de mettre en évidence l'intérêt, pour les navires se trouvant dans des mers chargées de glaces, de disposer d'une information à long terme développée au moyen d'un simulateur de navigation.

Les principales conclusions de l'étude sont les suivantes:

a) Au bout de 110 heures de fonctionnement du simulateur de navigation, il a été calculé que, grâce à l'information à long terme délivrée sur la couverture de glace, composée surtout de glace de première année, laquelle était parsemée de glaces de plusieurs années, de chenaux de séparation, la vitesse moyenne pourrait être améliorée de 17 p. 100. Les caractéristiques du navire considéré dans cette simulation étaient supérieures à celles d'un navire de côte arctique.

b) Un système d'information sur les glaces flottantes répondant à toutes les exigences formulées à une seule exception près, (c) ci-dessous, pourrait être réalisée par les procédés de télédétection, de traitement, de télécommunications et de radionavigation actuels ou à l'étude. Le système envisagé recevra une information brute fournie par des moyens qui lui sont propres, mais venant aussi de l'extérieur. Il semble compatible avec les procédés étudiés par Canarctic Shipping et par le Service de l'environnement atmosphérique.

c) Le système ne devrait pas servir à délivrer une information à très court terme à cause de la saturation des voies de communication qui en résultera. Celles-ci ne peuvent pas écouler normalement toute la quantité d'information engendrée.

d) Une liberté totale devrait être laissée aux utilisateurs quant au choix des procédés de télédétection à mettre en oeuvre, lesquels devraient relever entièrement d'eux sans aucune intervention de la part de l'organisation gérant le système. La compatibilité de celui-ci avec ces procédés de détection de quelque nature qu'ils soient, pourrait être assurée grâce à des systèmes d'interfaçage sur les lieux d'utilisation.

e) Les procédés de traitement préliminaire et de première interprétation de l'information brute recueillie in situ (navire, installation en mer, etc.) devraient permettre la transmission de celle-ci sur des bandes de fréquences étroites.

f) Les fonctions de prévisions à court et à long terme devraient être laissées au centre de coordination qui disposera de grands moyens de calcul et de synthèse.

3. DÉFINITION DES BESOINS

À titre de principal agent d'opérations extractives dans la mer de Beaufort, Dome Petroleum s'est intéressé de près à l'étude d'un système d'information sur les glaces flottantes, dans le but de protéger ses opérations actuelles et futures, et également d'assurer la sécurité de ses navires dans les eaux chargées de glaces. Afin que les recherches antérieures sur le système REMSCAN puissent profiter à l'ensemble des milieux éventuellement utilisateurs de l'information délivrée par ce système, il a fallu réétudier l'objet de la recherche et élargir sa portée.

Les besoins à satisfaire ont donc été redéfinis à la lumière des desiderata exprimés par les utilisateurs éventuels, c'est-à-dire les entreprises de mise en valeur des gisements sous-marins de pétrole et de gaz et les pouvoirs publics compétents et aussi compte tenu du résultat d'études antérieures.

Les principaux utilisateurs de l'information sur les glaces flottantes sont:

- les navires autorisés à naviguer sans escorte,
- les navires nécessitant une escorte,
- les installations en mer,
- les responsables de la lutte contre les déversements accidentels de pétrole.

Ces quatre catégories d'utilisateurs pourraient suivre les mouvements actuels et prévus des glaces, grâce à une information où le détail est plus ou moins précis selon qu'il s'agit de prévisions:

- à long terme: c'est-à-dire plusieurs jours à l'avance,
- à court terme: de l'ordre d'une journée,
- à très court terme: période de quelques heures.

Quant à l'étendue de la région surveillée correspondant à ces trois niveaux de temps, elle dépendra surtout de la position géographique de l'utilisateur, de ses activités et aussi de la saison; d'où la nécessité d'une information répondant d'aussi près que possible aux besoins particuliers des utilisateurs.

Autre impératif, la nécessité de rassembler cette information dans le format qui corresponde le mieux aux

équipements de réception et de visualisation sur place, l'information transmise pouvant se présenter sous la forme:

- d'image à haute résolution,
- de cartes en code couleur,
- de cartes monochromes,
- de textes alphanumériques ou de graphiques.

Il serait bon aussi de prévoir une aide à la sélection des itinéraires en mer, de manière à mettre les navigateurs en mesure de choisir celui qui leur convient le mieux, selon des paramètres de coût, de temps et autres.

3.1 Simulateur de navigation

La recherche a également porté sur la réalisation et l'utilisation d'un simulateur de navigation dans le but de mettre en évidence l'intérêt d'une information sur les glaces débordant la portée des appareils de détection à bord. Ce simulateur comportait un visuel infographique piloté par ordinateur, sur lequel évoluait en temps réel ou accéléré l'image d'un navire se déplaçant au milieu d'un paysage marin représenté graphiquement selon un code couleur. Le paysage marin, en l'occurrence, correspondait à une partie du passage du Nord-Ouest et les images étaient la restitution d'images radar obtenues par observation aérienne.

Un commandant de bord qualifié ayant une solide expérience de la navigation dans les glaces a fait fonctionner le simulateur en agissant sur la puissance et l'orientation. Au bout de 110 heures de fonctionnement, temps relativement court, il a été calculé que, grâce à l'information à long terme ainsi mise à la disposition du commandant, la vitesse moyenne a pu être améliorée de 17 p. 100, comparativement à celle d'un navire avançant sous la protection de moyens de détection à courte portée.

4. CONCEPTUALISATION DU SYSTÈME

4.1 Définition

Le système REMSCAN constitue un ensemble intégré de fonctions:

- de planification,
- de saisie de données,
- de communications,
- de traitement et d'analyse de l'information, et
- de gestion,

dans le but de délivrer une information sur les glaces flottantes dans les eaux côtières canadiennes, utilisable par les navires et les installations au large.

4.2 Portée de la recherche

Il a été jugé nécessaire de limiter la portée de la recherche aux objectifs suivants:

- répondre aux besoins des utilisateurs selon les exigences qu'ils ont exprimées,
- tenir compte des contraintes techniques inévitables,
- tirer tout le parti possible des informations fournies par d'autres systèmes actuels ou à l'étude.

Dans cette optique, il a été posé que:

a) Les appareils de télédétection appartiendront, dans la plupart des cas, aux utilisateurs du système qui les exploiteront et en feront l'entretien, au même titre que tous les autres appareils de navigation et de détection à bord dont ils souhaitent disposer librement. Si l'information brute requise par le système faisait défaut à un moment et à un lieu donnés, l'organisation centrale devra mettre en oeuvre des moyens lui appartenant en propre, les patrouilles SAR (radar à ouverture synthétique) par exemple ou, à tout le moins, pouvoir exiger des utilisateurs qu'ils voient à corriger eux-mêmes la lacune constatée.

b) REMSCAN ne doit pas servir à délivrer une information à très court terme car, à ce niveau, les besoins et les priorités des utilisateurs sont trop diversifiés alors que le degré de détail recherché reste très élevé. Dans ces conditions, il

résulterait une très forte contrainte sur les voies de communications disponibles, surtout dans les bandes de fréquences recherchées parce que leur coût d'utilisation est moindre.

c) REMSCAN doit compléter les autres installations de détection à bord et devenir, selon les besoins exprimés, l'équivalent d'un système radar intelligent à portée variable et à capacité de synthèse, ou bien d'un service météo spécialisé dans l'information sur les glaces transmise sous la forme de messages radio ou de télécopie.

d) REMSCAN doit être capable de suivre l'évolution dans les technologies utilisées, le système ne trouvant sa limite que dans celle des procédés de télédétection mis en oeuvre. À mesure que se perfectionnent les procédés, REMSCAN doit être capable de s'y adapter sans coût prohibitif.

4.3 Fonctions de base

Le système REMSCAN doit pouvoir assurer les quatre grandes fonctions suivantes:

- collecter l'information sur les glaces et les phénomènes qui leur sont liés sous la forme de données, d'images ou autres;

- déterminer la position exacte des sites balayés, de manière à en permettre la localisation sur les cartes terrestres ou marines;

- procéder au traitement des signaux et à leur présentation dans un format correspondant aux besoins particuliers des utilisateurs;

- assurer la transmission des données brutes et traitées à qui de droit: utilisateurs, organismes partenaires, centres de coordination.

Pour accomplir ces fonctions, REMSCAN intègre des procédés de:

- télédétection,
- télécommunications,
- radionavigation,
- commande et traitement de l'information.

La description et les caractéristiques essentielles de ces quatre procédés figurent au chapitre 5 du rapport principal.

5. DÉMARCHE D'ÉTUDE

Les chercheurs ont étudié trois démarches à suivre pour parvenir au but fixé:

a) La démarche centralisée où toutes les fonctions de traitement, d'analyse et d'interprétation, ainsi que de synthèse, seraient prises en charge par un centre de coordination situé bien au sud. Sur place, ne seraient accomplies que des fonctions de saisie des données et de visualisation du résultat, les utilisateurs étant reliés au centre de coordination par des liaisons de longue portée, fonctionnant sur bandes de fréquences larges et transmettant en temps quasi réel. La fonction d'interprétation des données ou des images ne se ferait pas, non plus, sur place. Cette démarche s'approche de celle initialement conçue pour le REMSCAN.

b) La démarche décentralisée où toutes les fonctions de saisie, de traitement et d'interprétation des données, y compris les images obtenues par un service de reconnaissance aérienne, seraient prises en charge par les utilisateurs mêmes et accomplies de façon à satisfaire leurs besoins particuliers. Quant au centre de coordination, il ne lui incomberait plus que la fonction communications avec les utilisateurs, et les fonctions administratives comme l'ordonnancement des missions de reconnaissances radar et le suivi des navires. Sa responsabilité d'information serait donc en rapport avec ces tâches. En revanche, la fonction d'interprétation devra être assumée à bord du navire ou de l'installation, ou groupe d'installations, en mer. Le traitement de l'information de provenance régionale et son intégration aux prévisions à long terme seraient, faut-il le noter, très coûteuse. Cette démarche s'apparente à celle mise en oeuvre à l'égard du cargo brise-glace Arctic.

c) La démarche hybride, à mi-chemin des deux autres. Elle vise à garder les avantages apportés par une prise en charge décentralisée des fonctions d'acquisition et d'interprétation, sans renoncer à ceux que la démarche centralisée autorise au niveau des prévisions à long terme. La technique préconisée est celle de la mise en oeuvre de procédés interactifs de traitement de l'information brute, de façon à pouvoir extraire une information

immédiatement utilisable, et à la transmettre sur bandes de fréquences étroites par compression des impulsions. L'information ayant fait l'objet d'un premier traitement et d'une interprétation préliminaire serait alors prise en charge par le centre de coordination où l'ensemble des informations reçues de toutes parts serait traité, constitué en base de données et restitué sous forme de tableaux d'ensemble des conditions glacielles, à court et à long termes, ce centre se réservant, en outre, les fonctions de prévisions météorologiques et d'aide à la sélection des itinéraires, en plus des charges administratives normales.

C'est la démarche hybride qui a été retenue parce qu'elle évite les inconvénients des deux autres, à savoir les risques élevés de défaillance technique et l'impossibilité de répondre à toutes les exigences définies. Par l'accomplissement in situ des fonctions de traitement et d'interprétation, cette démarche devient compatible tant avec les techniques mises en oeuvre pour l'ARCTIC qu'avec celles de la démarche centralisée préconisée par Canmar et par le Service de l'environnement atmosphérique, concernant la mer de Beaufort. La démarche hybride se caractérise surtout par:

- la transmission directe de l'information brute aux postes récepteurs équipés pour la recevoir;

- le traitement préliminaire in situ de l'information ainsi qu'une première interprétation de celle-ci;

- la transmission par liaisons hertziennes sur bandes de fréquence étroites après compression des impulsions;

- la réception de l'information par un centre de coordination chargé des fonctions d'interprétation, de synthèse, d'aide à la sélection des itinéraires;

- la présentation aux utilisateurs d'une information complète, à court comme à long terme.

6. CONCEPT DE BASE

Ce chapitre décrit les différents sous-systèmes conçus dans l'optique REMSCAN de base adapté à la démarche hybride.

Celui-ci doit répondre aux exigences d'un scénario prévoyant:

- une production pétrolière limitée mais ininterrompue dans la mer de Beaufort, acheminée au centre régional de Tuktoyaktuk par deux pétroliers de classe 10;

- une exploitation du champ pétrolifère Hibernia alimentant le centre régional de Saint-Jean, Terre-Neuve;

- les fonctions d'approvisionnement et de transport des grains dans l'Arctique oriental, le centre régional étant situé à Frobisher Bay;

- la navigation dans les régions septentrionales de l'Arctique entre juin et décembre par cargos brise-glace du type de l'ARCTIC, mais à coque ultra renforcée.

6.1 Sous-système de télédétection

En gros, ce sous-système recueille toute l'information utile sur les glaces, faisant appel à diverses sources qui peuvent être propres au REMSCAN mais qui lui sont, pour la plupart, extérieures; information à partir de laquelle est élaborée une information spécifique présentée sous forme de cartes terrestres et maritimes, en noir et blanc, de diagrammes et rapports de synthèse. Des interfaces appropriées permettront d'adresser directement les équipements servant à la localisation par rapport à des repères connus et fixes, aux prévisions, à l'archivage et aux télécommunications. Il est intéressant de noter que le sous-système envisagé autorise la télédétection d'une vaste gamme de données et même la production d'images, mais que l'information transmise par le réseau de télécommunications n'ira pas plus loin dans le détail que ne le veut l'utilisateur visé. C'est ainsi que l'information où le degré du détail est voulu faible ne fera l'objet que d'un traitement préliminaire, alors que, dans le cas contraire, l'information à acheminer subira une compression de manière à pouvoir être transmise sur bandes de fréquences étroites.

6.2 Sous-système de radionavigation

Les critères régissant la conception de ce sous-système sont: autonomie des utilisateurs et éviter le dédoublement des équipements. Autre impératif, le recours à un système de radionavigation et de radiolocalisation à repères extérieurs et ne faisant pas appel à des satellites de navigation, le système LORAN C, par exemple. La trajectoire d'un navire équipé du REMSCAN et se trouvant momentanément en dehors des zones balisées par le système LORAN pourra être déterminée à l'estime. Il est évident que les zones géographiques qui doivent être protégées ou qui présentent un danger à la navigation devront être les premières à être balisées par le système LORAN C. Les fonctions assignées à ce procédé sont les suivantes:

- déterminer la position du mobile par rapport à des repères connus et fixes, au moment où il transmet l'information brute;

- renseigner le personnel navigant sur la situation glacielle à long terme;

- relever si nécessaire le degré de précision dans les prévisions à court terme, de façon à accroître la sécurité et la rentabilité de la navigation dans des eaux chargées de glaces;

- délivrer une information utile pour la mise en oeuvre de la fonction d'aide à la sélection des itinéraires, confiée au sous-système commande et traitement de l'information.

6.3 Sous-système de télécommunications

Il est prévu que la plus grande partie de l'information transmise par REMSCAN sera non vocale, présentée sous la forme d'images numérisées, de télécopie, de textes et de données numériques. Les installations de télécommunications sont très rares dans l'Arctique, et plus rares encore en transmission de données. Et, à part le programme MSAT du ministère des Communications, on prévoit peu ou pas de changement dans la situation. Cette lacune devra être prise en compte par l'adoption d'une procédure de diffusion sélective qui permettra de restreindre les quantités d'information devant être transmises par voies hertziennes, et de donner à l'utilisateur distant une certaine autonomie. Il faudra donc que tant le matériel que les procédures et les protocoles de transmission puissent répondre à des situations prolongées de communications médiocres.

Pour la liaison à établir avec le centre de coordination, on prévoit utiliser le satellite MSAT dès sa mise en service à la fin des années 1980. Pour des raisons techniques reliées à ce satellite, les débits de transmission devront se limiter la plupart du temps à 2 400 bits/s.

En ce qui concerne la saisie et la diffusion rapides de l'information à l'intérieur d'une zone donnée, elles pourront se faire grâce aux équipements spécialisés à bord de navires se trouvant dans cette zone.

Pour relier des matériels dissemblables au réseau REMSCAN, des ports d'entrée-sortie sont prévus, assurant des fonctions de traduction, conversion de protocoles, par exemple. Des interfaces tant électriques que logicielles permettront d'avoir accès à une information extérieure, celle du Service de l'environnement atmosphérique, par exemple, de manière à obtenir un traitement rapide et cohérent des données et une transmission en temps quasi réel.

6.4 Sous-système de commande et de traitement de l'information

Sept fonctions ont été définies:

- rassembler l'information et l'entrer dans la base de données en attendant son utilisation, les débits de transmission pouvant dépasser 20 moctets par jour;

- évaluer l'information, c'est-à-dire vérifier la cohérence des données fraîches;

- intégrer l'information venant de plusieurs sources de détection;

- établir des prévisions sur la distribution probable future de la couverture des glaces. La précision des modèles mathématiques augmente avec la superficie considérée, en l'occurrence, tout l'océan Arctique. Mais il faut pouvoir disposer d'une base de données abondante sur les conditions climatiques et glacielles. Une retombée de cette fonction est la détermination par calcul d'un itinéraire optimal. La navigation a besoin aussi de prévisions météorologiques qui pourront s'ajouter aux blocs d'information délivrés par REMSCAN. Enfin, une autre forme de prévision pourrait concerner l'évolution probable des nappes de pétrole brut accidentellement déversées dans l'Océan;

- diffuser l'information et les prévisions aux utilisateurs dans le format qu'ils entendent privilégier. Cela sous-entend la constitution préalable de blocs d'information répondant aux exigences exprimées par les utilisateurs;

- archiver l'information et les prévisions délivrées;

- assurer la bonne marche du système, notamment par l'ordonnancement des fonctions et des tâches dans la séquence voulue.

6.5 Organisation et gestion

Il faut prévoir le personnel nécessaire à la gestion et à la conduite du système. Leurs tâches seraient les suivantes:

- structurer le travail confié au système dans ses aspects technique, financier et gestionnel;

- affecter les ressources nécessaires et les gérer au mieux;

- fixer l'ordre des priorités dans les procédures de saisie, de traitement et de diffusion de l'information;

- établir les liaisons nécessaires avec les organismes et les installations délivrant de l'information;

- assurer la communication avec les utilisateurs;

- réglementer et coordonner la participation des utilisateurs;

- prévoir les équipements manuels ou automatiques nécessaires aux divers procédés, notamment l'interfaçage de ceux-ci et le traitement de l'information;

- exploiter et gérer les équipements propres à REMSCAN;

- adapter le système à l'évolution qui se fait dans les techniques et l'organisation en place.

Il serait possible d'intégrer certaines fonctions au sous-système commande et traitement de l'information, une fois qu'elles auront été automatisées.

6.5.1 Gestion financière

La gestion financière du système sera du ressort du personnel en place. La démarche finalement retenue aura des répercussions économiques et financières évidentes qui sont expliquées comme suit:

a) Dépenses d'investissement

1) Pour les gestionnaires, ces dépenses seront faibles parce que:

- il sera fait appel dans toute la mesure du possible aux utilisateurs pour la mise en oeuvre du matériel de télédétection leur appartenant en propre, y compris les services aériens de reconnaissance radar et les installations de visualisation;

- les voies de communication utilisées seront la plupart du temps prises en location de l'organisme compétent;

- il sera largement fait appel aux systèmes et aux services en place, exemple: le Centre des glaces à Ottawa, lors de la mise en oeuvre du système de base. L'élargissement de ses capacités sera progressif, les coûts correspondants constituant l'essentiel des dépenses d'investissement.

2) Pour les utilisateurs, ces dépenses varieront selon le degré de leur participation et l'ampleur des obligations qu'ils auront à assumer.

b) Dépenses d'exploitation: elles seront faibles pour les raisons citées. Quant aux frais administratifs, ils varieront selon l'importance des moyens mis en oeuvre pour veiller au respect des normes et à l'observance des règlements.

c) Il est possible d'envisager une récupération des coûts directs par le biais:

- de frais de service,

- d'un permis payable par les utilisateurs,

- d'un partage des frais avec les organismes intéressés, le Service de l'environnement atmosphérique, par exemple.

7. RAPPEL DES COÛTS ESTIMÉS

7.1 Dépenses d'investissement

Par navire	400 000 $
Par centre régional	400 000 $
Centre de coordination*	21 200 000 $
Total	22 000 000 $

* Y compris 15 millions de dollars pour l'installation d'un système LORAN C dans le passage du Nord-Ouest.

7.2 Coûts d'exploitation et d'entretien

Ils sont surtout constitués de salaires et ne seront importants qu'en ce qui concerne le centre de coordination et le système LORAN C.

Centre de coordination	4 200 000 $ par an
Système LORAN C	2 000 000 $ par an
Total	6 200 000 $ par an

7.3 Coût de développement

Les coûts de développement et d'intégration prévus, à l'exclusion des coûts correspondants du matériel et du logiciel informatiques, et compris dans les dépenses d'investissements (7.1) sont estimés à

14 000 000 $ au total

desquels 250 000$ intéressent le système LORAN C.

7.4 Coût de réalisation

Il n'est pas possible d'estimer les dépenses d'investissement et les coûts d'exploitation relatifs à la réalisation du REMSCAN à moins que ne soient précisées au préalable:

- les performances attendues du système, dans le scénario opérationnel envisagé;
- la nature de la réglementation applicable;

- la nature et l'importance de la participation des divers organismes et des milieux industriels intéressés.

L'importance des ressources devant être mises en oeuvre a été estimée comme suit:

- Définition du système 36 mois/personne
- Étude et mise au point 156 mois/personne